

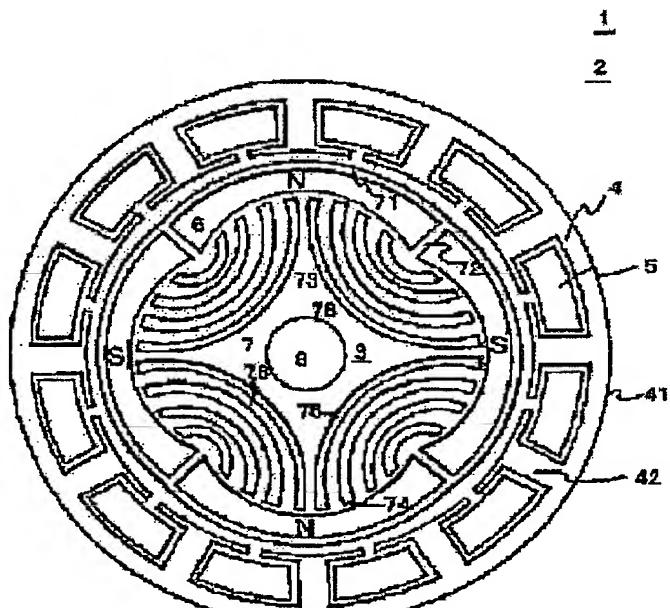
PERMANENT MAGNET ROTATING MACHINE, AND ELECTRIC VEHICLE USING THE SAME

Patent number: JP2001086672
Publication date: 2001-03-30
Inventor: FUJIMA FUMIO; MATSUNOBU YUTAKA; KAWAMATA SHOICHI; SHIBUKAWA SUETARO; KOIZUMI GSAMU
Applicant: HITACHI LTD.
Classification:
- **International:** H02K 1/27, H02K 19/10, H02K 21/14, H02K 1/27, H02K 19/02, H02K 21/14, (IPC1-7) H02K 1/27, H02K 19/10, H02K 21/14
- **European:**
Application number: JP 19990259888 19990914
Priority number(s): JP 19990259888 19990914

[Report a data error here](#)

Abstract of JP2001086672

PROBLEM TO BE SOLVED: To enlarge the main density, and besides, to reduce the noise, in a permanent magnet rotating machine where permanent magnets are arranged in circular form inside the iron core of a rotor. **SOLUTION:** This is a permanent magnet rotating motor which has a rotor 3 having permanent magnets 6 arranged in circular form within a rotor iron core 7 and a stator 2 having stator winding 5 wound on a salient pole 42 constituted of one part of a stator iron core 4, and in which the air gap between the rotor iron core 7 between the poles of the permanent magnet 6 and the stator iron core 4 is larger than the air gap between the rotor iron core 7 at the center of the pole of the permanent magnet 6 and the stator iron core 4.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPIE

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-86672

(P2001-86672A)

(43)公開日 平成13年3月30日 (2001.3.30)

(51) Int.Cl. ⁷ H 02 K 1/27	識別記号 5 0 1	F I H 02 K 1/27	テマコード [*] (参考) 5 0 1 A 5 H 6 1 9 5 0 1 M 5 H 6 2 1 A 5 H 6 2 2 M
19/10 21/14		19/10 21/14	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O.L. (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平11-259888

(22)出願日 平成11年9月14日 (1999.9.14)

(71)出願人 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(72)発明者 田島 文男
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内
(72)発明者 松延 豊
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内
(74)代理人 100075096
弁理士 作田 康夫

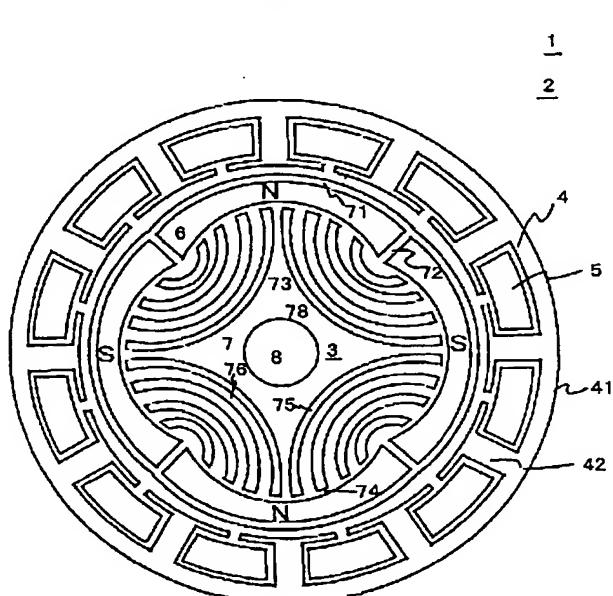
(54)【発明の名称】 永久磁石回転電機及びそれを用いた電動車両

(57)【要約】

【課題】永久磁石を回転子鉄心内部に環状に配置した永久磁石回転電機において、主力密度を大きくし、かつ騒音を低減する。

【解決手段】回転子鉄心7内に環状に配置された永久磁石6を有する回転子3と、固定子鉄心4の一部で構成された突極42に巻回された固定子巻線5を有する固定子2と、を有し、永久磁石6の極間部における回転子鉄心7と前記固定子鉄心4との空隙が、永久磁石6の極中心部における前記回転子鉄心7と前記固定子鉄心4との空隙よりも大きい永久磁石回転電機。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】鉄心内に環状に配置された永久磁石を有する回転子と、鉄心の一部で構成された突極に巻回された固定子巻線を有する固定子と、を有する永久磁石回転電機であって、前記永久磁石の極間部における前記回転子鉄心と前記固定子鉄心との空隙が、前記永久磁石の極中心部における前記回転子鉄心と前記固定子鉄心との空隙よりも大きい永久磁石回転電機。

【請求項2】鉄心内に環状に配置された永久磁石を有する回転子と、鉄心の一部で構成された突極に巻回された固定子巻線を有する固定子と、を有する永久磁石回転電機であって、前記永久磁石の回転子半径方向の厚さは、極中心部において最も厚く、極間に向かうに従ってしだいに薄くなっている永久磁石回転電機。

【請求項3】積層鋼板で構成された鉄心内に環状に配置された永久磁石を有する回転子と、鉄心の一部で構成された突極に巻回された固定子巻線を有する固定子と、を有する永久磁石回転電機であって、前記回転子鉄心は、前記永久磁石の前記固定子側に位置する磁極片部が間欠的に欠いている鋼板を、全ての前記永久磁石の前記固定子側に少なくとも一の前記鋼板の磁極片部が存在するよう積層されている永久磁石回転電機。

【請求項4】請求項1または3記載のいずれかにおいて、前記回転子鉄心には、前記永久磁石よりも内部に、隣り合った前記永久磁石同士の極中心部に向かうスリットが設けられている永久磁石回転電機。

【請求項5】請求項1ないし4のいずれかに記載されている永久磁石回転電機を有する電動車両。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は永久磁石回転電機、およびそれを用いた電動車両に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の永久磁石回転電機として、珪素鋼板の中に永久磁石を挿入する内部磁石式のものが特開平9-247880号に開示されている。

【0003】この構成は、回転子が円筒形をなしているので、回転子鉄心と固定子突極の空隙は回転子表面においてどの部分も一定である。また、永久磁石の半径方向の厚さも回転方向のどの部分も一定である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記公報のような構成において、固定子巻線に電流を通電して電機子反作用が永久磁石間に加えられると、磁束は永久磁石のみならず、永久磁石の固定子側に存在する鉄心部分、および隣り合った永久磁石間の鉄心部分に作用する。

【0005】磁束が永久磁石の固定子側に存在する鉄心部分、および隣り合った永久磁石間の鉄心部分に作用することにより、固定子巻線のインダクタンスを増加させることになる。

【0006】その結果、固定子で発生した磁束が効率良く作用されず、同じ出力トルクを得るために余計な通電量が必要になり、非効率である。

【0007】さらに、通電量の増加による固定子巻線からの磁束の増加は、騒音発生の主因となる。

【0008】本発明は、固定子で発生した磁束を効率良く作用させ、通電利用率を向上し、また余計な磁束の増加による騒音の発生を回避することを課題とする。

【0009】また、固定子で発生した磁束を効率良く作用させ通電利用率を向上することにより、蓄電された電気エネルギーを効率良く利用し、同じエネルギーでの走行距離が長い電動車両を提供することを課題とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、鉄心内に環状に配置された永久磁石を有する回転子と、鉄心の一部で構成された突極に巻回された固定子巻線を有する固定子と、を有する永久磁石回転電機であって、前記永久磁石の極間部における前記回転子鉄心と前記固定子鉄心との空隙が、前記永久磁石の極中心部における前記回転子鉄心と前記固定子鉄心との空隙よりも大きい永久磁石回転電機である。

【0011】また本発明は、鉄心内に環状に配置された永久磁石を有する回転子と、鉄心の一部で構成された突極に巻回された固定子巻線を有する固定子と、を有する永久磁石回転電機であって、前記永久磁石の回転子半径方向の厚さは、極中心部において最も厚く、極間に向かうに従ってしだいに薄くなっている永久磁石回転電機である。

【0012】また本発明は、積層鋼板で構成された鉄心内に環状に配置された永久磁石を有する回転子と、鉄心の一部で構成された突極に巻回された固定子巻線を有する固定子と、を有する永久磁石回転電機であって、前記回転子鉄心は、前記永久磁石の前記固定子側に位置する磁極片部が間欠的に欠いている鋼板を、全ての前記永久磁石の前記固定子側に少なくとも一の前記鋼板の磁極片部が存在するよう積層されている永久磁石回転電機である。

【0013】好ましくは、上記において前記回転子鉄心には、前記永久磁石よりも内部に、隣り合った前記永久磁石同士の極中心部に向かうスリットが設けられていることである。

【0014】上記構成により、極間部よりも極中心部に固定子からの磁束がより多く作用し、磁束が有効に利用される。

【0015】また本発明は、上記の永久磁石回転電機を有する電動車両である。

【0016】上記構成により、駆動機構として利用される永久磁石回転電機において固定子で発生した磁束が効率良く作用され、同じエネルギーでの走行距離が長い電動車両が提供される。

【0017】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の一実施形態をなす永久磁石回転電機の回転方向の断面図を示す。

【0018】また、図2に図1の永久磁石回転電機の軸方向の断面図を示す。

【0019】この永久磁石回転電機は、4極の永久磁石を使用し、固定子として分布巻の巻線構造を使用した実施形態である。

【0020】図において、回転電機1は、固定子2と、回転子3と、エンドブラケット9、ハウジング12とを含み構成される。

【0021】固定子2は、例えば珪素鋼板で軸方向に積層された磁性体からなる固定子鉄心4と固定子巻線5とを含み構成される。ここで、固定子鉄心4は円環状の固定子ヨーク部41と固定子突極42とから構成する。固定子突極42間にはそれぞれ固定子巻線5が図示のように巻回する構成とする。

【0022】一方、回転子3は、例えば永久磁石6と、珪素鋼板で軸方向に積層された磁性体からなる回転子鉄心7とシャフト8とを含み構成する。回転子鉄心7は永久磁石6を収納する穴部と、永久磁石6を保持する空隙側ブリッジ71と、永久磁石6間に位置し、前記空隙側ブリッジ71を保持する役割を有する永久磁石間ブリッジ72と、永久磁石の磁束を通すヨーク部78とからなる。

【0023】ここで、永久磁石回転電機1は次の特徴を有している。

【0024】第1に、永久磁石6を保持する空隙側ブリッジ71の外周は固定子鉄心4の内径より小さい半径で打ち抜かれている。この構成によって、固定子鉄心4の内周と空隙側ブリッジ71の外周の空隙長は永久磁石回転子2の極中心部で小さく、極間で大きくなる。

【0025】第2には永久磁石6の挿入口の空隙側と反空隙側とで円弧の中心位置を図示のようにことならしめたことを特徴とする。これによってこ永久磁石回転子2の極中心部で永久磁石6の厚さが小さく、極間で永久磁石6の厚さが大きくなる。

【0026】第3には、回転子鉄心7の永久磁石挿入口の反空隙側の構造として、図示のように永久磁石6の中心部の磁路を形成する突極磁心73と、内径側にアーカー上の形をした打ち抜き部であるスリット75とスリット75間に位置して永久磁石6の磁路を形成するスリット磁路76とスリット磁路76を連結するヨーク部ブリッジ74とを図示のように配置させたことを特徴とする。

【0027】なお、スリット75の内部は一般に空洞であり、非磁性材である空気で満たされている。また、ス

リット75の内部に、例えば、ワニスや合成樹脂などの非磁性材、アルミニウムのような非磁性導電材などを充填しても可である。

【0028】以上の構成によって、固定子巻線5の巻線起磁力が最大になる永久磁石6の極間の磁気抵抗が大きくなり、固定子巻線起磁力による磁束を抑制することができる。

【0029】一般に、永久磁石回転電機1は永久磁石6を回転子の表面に置く表面磁石方式と図1で示した回転子鉄心の中に配置した内部磁石方式がある。表面磁石方式では前記固定子巻線による磁束の発生が永久磁石の透磁率が空気と同じで1と小さいために小さな値となり、固定子巻線5のインダクタンスを小さくでき、これによって出力が大きく取れる。固定子巻線により発生する磁束の抑制は騒音等を小さくすることにも効果がある。反面、永久磁石を機械的に保持する方法が難しく、簡易的にステンレス製の円筒リングで保持すると渦電流が発生による効率の低下、ステンレスは非磁性であるからその厚さ分磁気長が増加して有効な磁束が減少してトルクが低下する点で問題がある。

【0030】一方、内部磁石方式では、永久磁石の保持が容易である点、回転子が突極性を有するのでリラクタンストルクを利用できる点、かつ空隙長が構成上小さくでき、これによってトルクが向上する等の利点を有している。反面、固定子巻線による起磁力の磁気抵抗が小さくなるために大きな磁束を発生し、最大トルクが減少する点、またこれによって大きな騒音、高調波による鉄損を発生する等の欠点を有する。

【0031】本発明は内部磁石方式で、その内部磁石方式の利点を損なうことなく、かつ表面磁石方式の利点である低騒音、高出力等を達成できる構成を提供するものである。

【0032】図3に図1の永久磁石回転電機の動作原理図を示す。

【0033】(a)には本発明の回転子の周方向展開図を、(b)に本発明の固定子巻線起磁力による空隙磁束密度を示す。(c)には従来の回転子の周方向展開図を、(d)に従来の固定子巻線起磁力による空隙磁束密度を示す。

【0034】破線が固定子巻線起磁力の分布を示す。極間で最大の起磁力となり、極中心では最小の値となる。本発明によれば第1には極間の空隙の磁路は長くなり、極間の磁気抵抗が大きくなる点、第2には極間における永久磁石の厚さを長くすることによって極間の磁気抵抗が大きくなる点、第3には回転子鉄心7に設けられたスリット75によって永久磁石6の磁路には大きな影響を与えることなく、固定子巻線5の磁路スリット75によって分断することで極間の磁気抵抗が大きくなり、固定子巻線起磁力による空隙磁束密度は小さくすることができる。この固定子巻線5による磁束密度が小さくなることは固定

子巻線5のインダクタンスを小さくできることであるので出力は向上することができる。また、固定子巻線によって生じる磁束密度によって騒音が発生する。従って、これを小さくできる本発明の構造は騒音を小さくすることができますことを示している。

【0035】図3には(c)には従来の回転子の周方向展開図を、(d)に従来の固定子巻線起磁力による空隙磁束密度を示す。従来構造では第1には極間の空隙の磁路は短くなり、極間の磁気抵抗が小さくなる点、第2には極間における永久磁石の厚さが同一であることによって極間の磁気抵抗が小さくなる点、第3には回転子鉄心7に固定子巻線の磁路がスリットが無いために小さいため、固定子巻線起磁力による空隙磁束密度は大きくなってしまう。これによって、出力の減少、騒音、鉄損の増加は避けられない。

【0036】図4に本発明の他の実施形態をなす永久磁石回転電機の回転方向の断面図を示す。

【0037】ここでは図1に対して改良を加えた回転子の部分のみを示す。(a)に回転子の組立構造を、(b), (c)に積層回転子鉄心の1枚、1枚を示した。

【0038】図において、図1と同一の符号は同一の構造を示すものとする。ここでは8極の永久磁石回転子の例で示した。

【0039】図4(a)で回転子鉄心7は永久磁石6を収納する穴部と、永久磁石6を保持する空隙側ブリッジ71と、永久磁石6間に位置し、前記空隙側ブリッジ71を保持する役割を有する永久磁石間ブリッジ72と、永久磁石の磁束を通すヨーク部78とからなる。

【0040】ここで1枚の回転子鉄心7は図4(b)に示すように8個の永久磁石6に対して4個の永久磁石間ブリッジ72を有する構造とする。図4(c)は図4(b)と同一の鉄心をずらして配置した例を示す。以上の構成で永久磁石間ブリッジ72は積層回転子鉄心の積み方向に(b), (c)とが一つ置きに配置する構成となる。つまり極間に位置する永久磁石間ブリッジ72の個数を減らすことによって極間の固定子巻線起磁力による磁束密度を低減して出力の向上、騒音の低減等、本発明の効果を発揮するものである。

【0041】この場合、永久磁石間ブリッジ72の必要強度を上げる必要があるが、一般には遠心力を支える強度以上に永久磁石間ブリッジ72の径方向の幅は大きくすることが多く、この幅はむしろ回転子鉄心である珪素鋼板を打ち抜く型の最小幅等によって規定されるものである。逆に固定子巻線起磁力による空隙磁束密度を同じとするならば、本発明のように軸方向に間欠的に永久磁石間ブリッジ72を配置する構成にした方が永久磁石間ブリッジ72の周方向幅を大きくすることができる。狭いブリッジを打ち抜くよりも広いブリッジを打つ抜く方が型は長持ちし長寿命とすることができます。また、狭いブリッジを打ち抜くよりも広いブリッジを打つ抜く方が

打ち抜きによる材料の劣化が少なく、機械的強度が高く、鉄損が少ない永久磁石回転子を提供することができる。以上は永久磁石間ブリッジ72部のみ軸方向に間欠的に配置した例を示したが、空隙側ブリッジ71についても同様の形状とすることによって同様の効果を発揮することができる。なお、図の配置は一枚おきで示したが、2枚ずつ図4(b), (c)を配置しても良く、3枚置きでも良い。さらに永久磁石間ブリッジ72の数を増やしたり、減らしたりその間隔を変えることはできる。

【0042】図5に本発明の他の実施形態をなす永久磁石回転電機の回転方向の断面図を示す。

【0043】ここでは図1に対して改良を加えた回転子の部分のみを示す。(a)に回転子の組立構造を、(b), (c)に積層回転子鉄心の一枚、一枚を示した。

【0044】図において、図1と同一の符号は同一の構造を示すものとする。ここでは8極の永久磁石回転子の例で示した。

【0045】図5(a)で回転子鉄心7は永久磁石6を収納する穴部と、永久磁石の空隙側磁路を構成する磁極片77と、磁極片77とともに永久磁石6を保持する空隙側ブリッジ71と、永久磁石6間に位置し、リラクタンストルクを発生する補助突極79と、永久磁石の磁束を通すヨーク部78とからなる。

【0046】ここで1枚の回転子鉄心7は図5(b)に示すように8個の永久磁石6に対して4組の永久磁石の空隙側磁路を構成する磁極片77、磁極片77とともに永久磁石6を保持する空隙側ブリッジ71と、永久磁石6間に位置し、リラクタンストルクを発生する補助突極79とを有する構造とする。図5(c)は図5(b)と同一の鉄心をずらして配置した例を示す。以上の構成で磁極片77は積層回転子鉄心の積み方向に一つ置きに配置する構成となる。つまり極間に位置する永久磁石間ブリッジ72の個数を減らすことによって極間の固定子巻線起磁力による磁束密度を低減して出力の向上、騒音の低減等、本発明の効果を発揮するものである。必要に応じて補助突極79の個数を減らすこととも同様に本発明の効果を上げることができる。この場合補助突極79の形状は図5(b)の両側で変化させることもできる。以上の構成によって、図4で示した例と同様、高出力で、機械的強度が高く、鉄損が少ない永久磁石回転子を提供することができる。また、回転子鉄心の一部を部分的に配置する構成であるため永久磁石回転電機を軽量化できる。

【0047】次に図示はしないが、永久磁石回転電機の回転子鉄心の磁性材料の厚さを固定子鉄心に対して薄くすることによって同様の効果を発生することができる。

【0048】回転子鉄心として薄い磁性材料を使用することによって鉄心の積み方向に対する占積率が減少し、固定子巻線起磁力に対して低い起磁力で飽和することに

なる。これによって磁束密度は抑制でき、同様の効果を発揮することができる。

【0049】なお、以上は永久磁石回転電機について示したが、本発明ではリラクタンスモータにも適用可能である、例えば、図5(b), (c) の回転子鉄心のみ積層し、永久磁石を含まない構成とすることによってリラクタンスマータとして運転可能である。

【0050】なお、以上は、分布巻の固定子構造で示したが、集中巻構造の回転電機でも同様の効果を発揮することができ、また、軸方向空隙の回転電機、リラクタンスマータ、リニアモータ、発電機等にも適用可能である。また、外転型回転電機にも適用可能である。

【0051】図6は、本発明の一実施形態をなす電動車両のブロック構成図を示す。ここでは電気自動車をその一例として示す。

【0052】電気自動車の車体13は4つの車輪14, 15, 16, 17によって支持されている。この電気自動車は、前輪駆動であるため、前方の車軸22には、永久磁石回転電機1が直結して取り付けられている。永久磁石回転電機1の構成は図1～図5に示した構成となっている。永久磁石回転電機1は制御装置18によって、駆動トルクが制御される。制御装置18の動力源としてはバッテリ19が備えられ、このバッテリ19から電力が制御装置18を介して永久磁石回転電機1に供給され、永久磁石回転電機1が駆動されて、車輪14, 16が回転する。ハンドル20の回転はステアリングギア21及びタイロッド、ナックルアーム等からなる伝達機構を介して、二つの車輪14, 16に伝達され、車輪の角度が変えられる。

【0053】以上の様に永久磁石回転電機1を搭載する

ことによって高出力、低騒音であることから電気自動車の一充電走行距離を長くできる特徴を有する。なお、以上は電気自動車の例で示したが同様にハイブリッド電気自動車についても同様の効果を発揮することができる。この場合には燃費の低減を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態をなす永久磁石回転電機の回転方向の断面図を示す。

【図2】図1の永久磁石回転電機の軸方向の断面図を示す。

【図3】図1の永久磁石回転電機の動作原理図を示す。

【図4】本発明の他の実施形態をなす永久磁石回転電機の回転方向の断面図を示す。

【図5】本発明の他の実施形態をなす永久磁石回転電機の回転方向の断面図を示す。

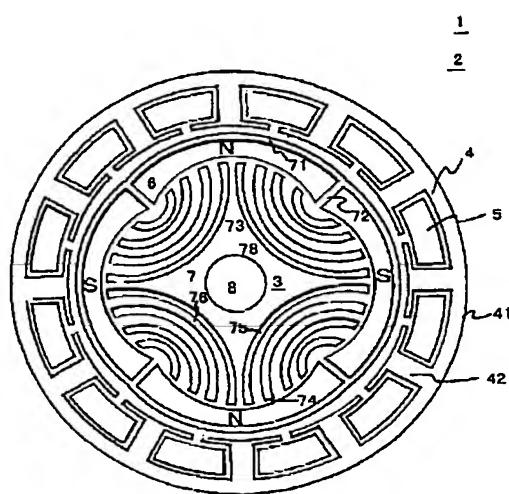
【図6】本発明の一実施形態をなす電動車両のブロック構成図を示す。

【符号の説明】

1…永久磁石回転電機、2…固定子、3…回転子、4…固定子鉄心、5…固定子巻線、6…永久磁石、7…回転子鉄心、8…シャフト、9…エンドブラケット、10…ベアリング、11…回転子の側板、12…ハウジング、13…電気自動車の車体、14, 15, 16, 17…車輪、18…制御装置、19…バッテリ、20…ハンドル、21…ステアリング、22…前方の車軸、41…固定子ヨーク部、42…固定子突極、71…空隙側ブリッジ、72…永久磁石間ブリッジ、73…突極磁心、74…ヨーク部ブリッジ、75…スリット、76…スリット磁路、77…磁極片、78…ヨーク部、79…補助突極。

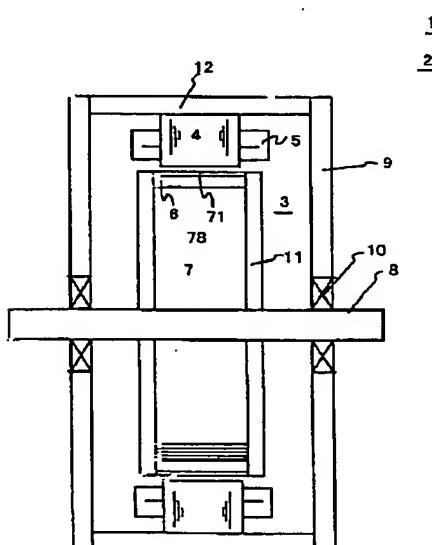
【図1】

図1

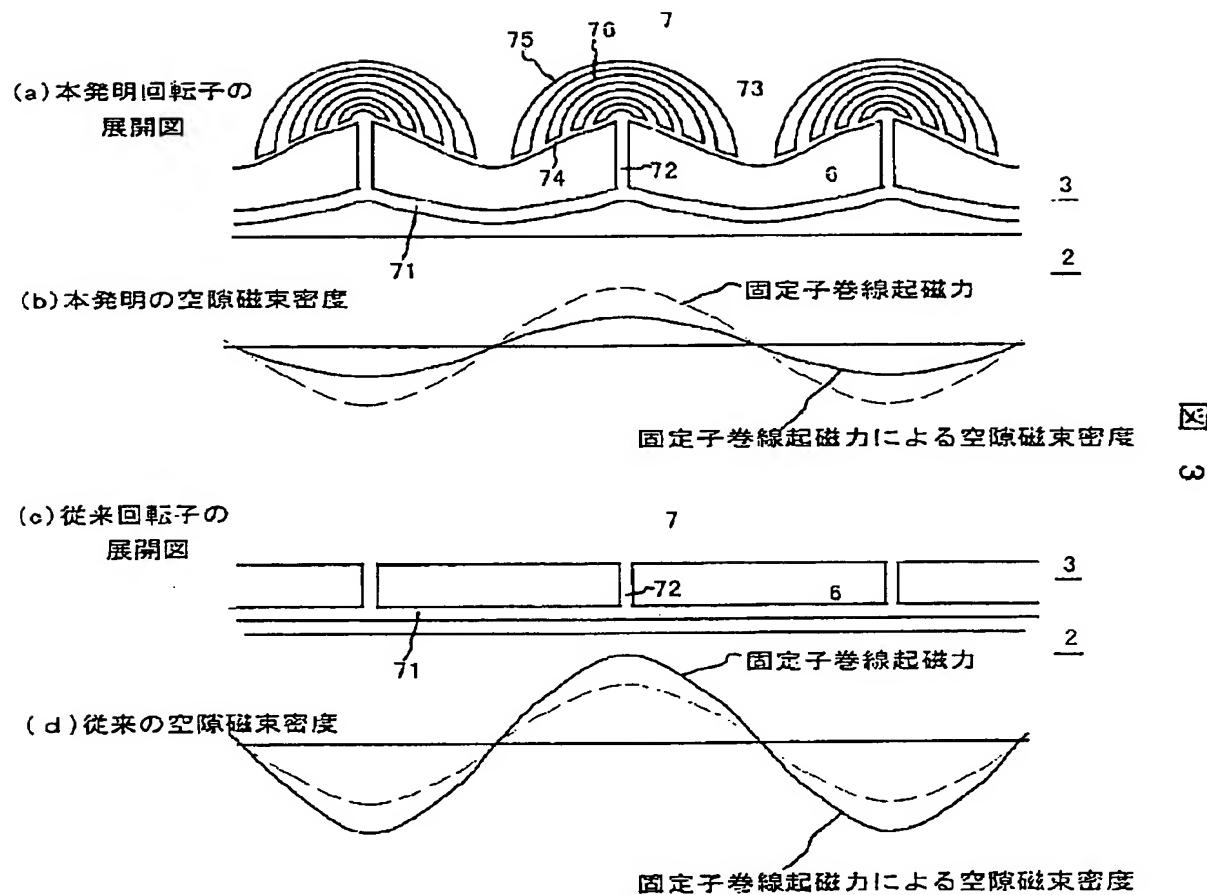


【図2】

図2

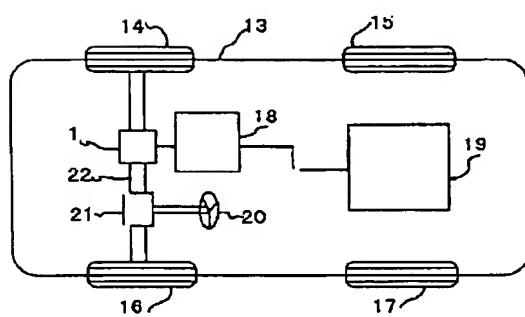


【図3】



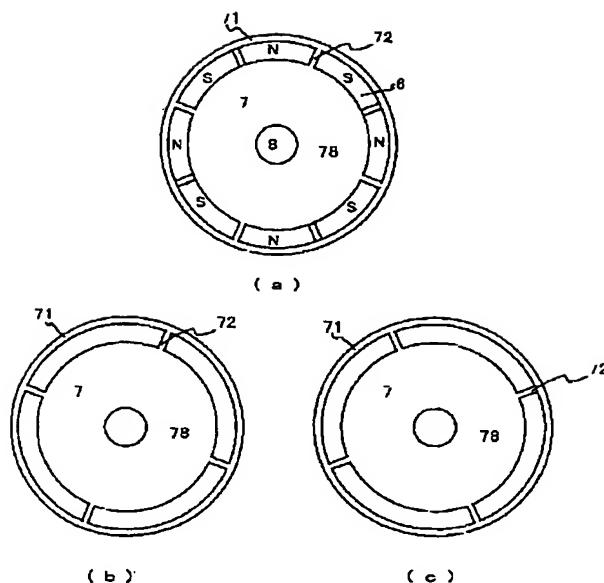
【図6】

図 6



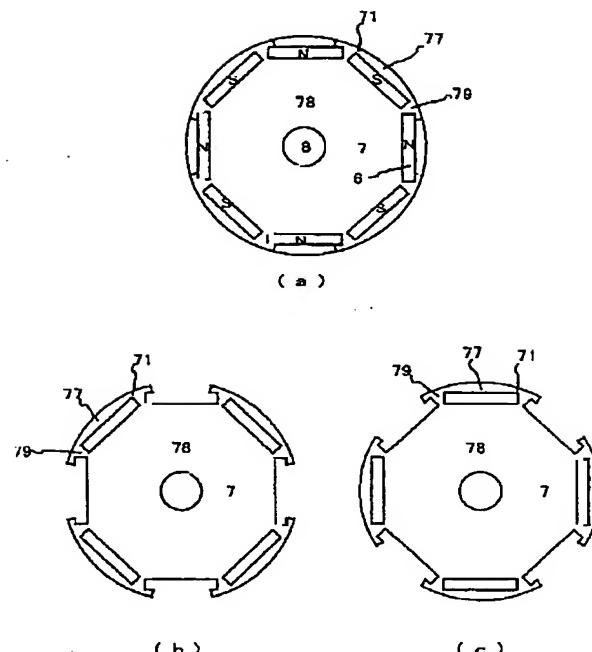
【図4】

図 4



【図5】

図 5



フロントページの続き

(72)発明者 川又 昭一
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内
(72)発明者 渋川 末太郎
茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株
式会社日立製作所自動車機器グループ内

(72)発明者 小泉 修
茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株
式会社日立製作所自動車機器グループ内
F ターム(参考) 5H619 AA01 BB01 BB06 BB13 BB15
PP02 PP06 PP08
5H621 AA03 GA01 GA04 HH01 PP02
5H622 AA03 CA02 CA06 CA13 CB04
CB05 PP03 PP10 PP11 QB04